

UiO : **Fysisk institutt**

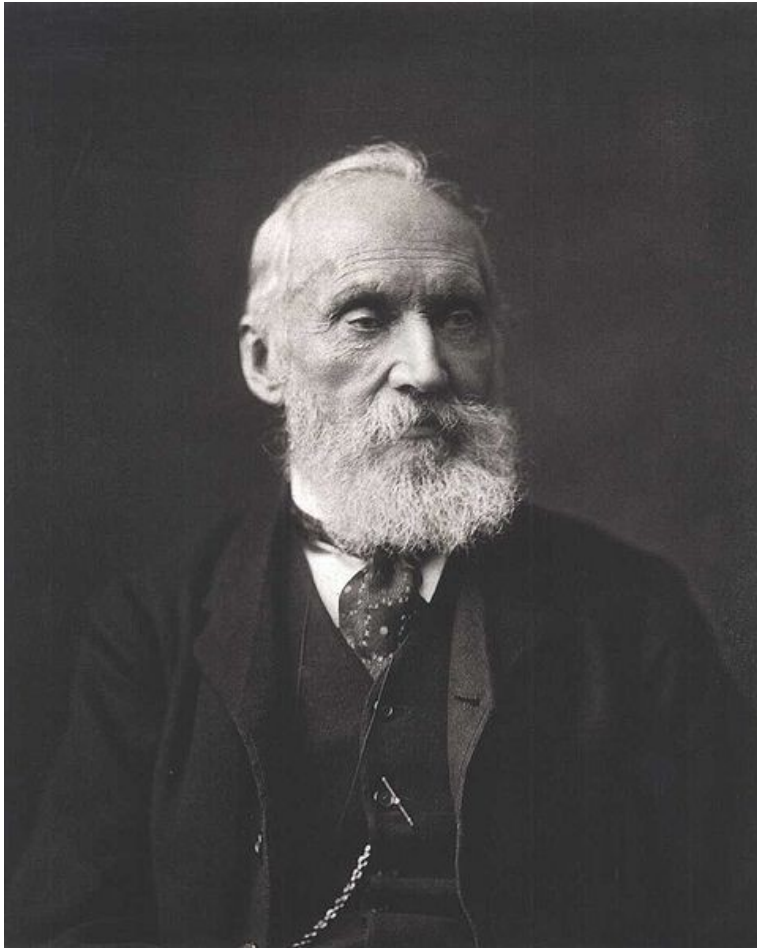
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Universet som forsvant

Are Raklev



Slutten på fysikken?



Lord Kelvin

“Det finnes ikke noe nytt å oppdage i fysikk nå. Alt som gjenstår er mere og mere presise målinger.”

[1900]



Isaac Newton (1643 – 1727)

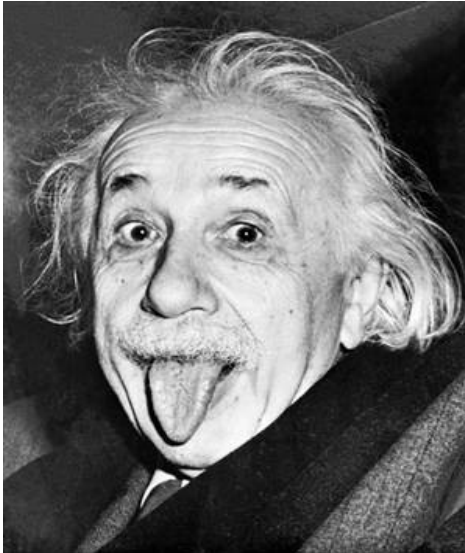


Newton's gravitasjonsteori:

$$F = G \frac{m M}{r^2}$$

[1687
]

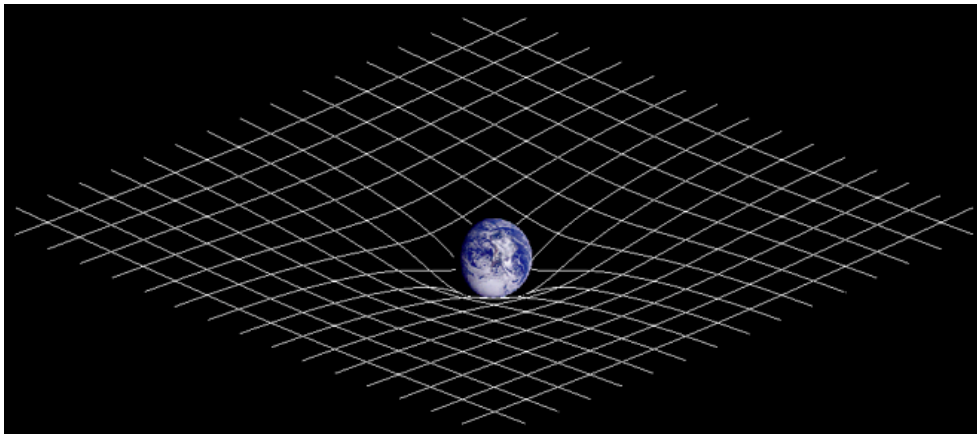
Albert Einstein (1879 – 1955)



Den generelle relativitetsteorien:

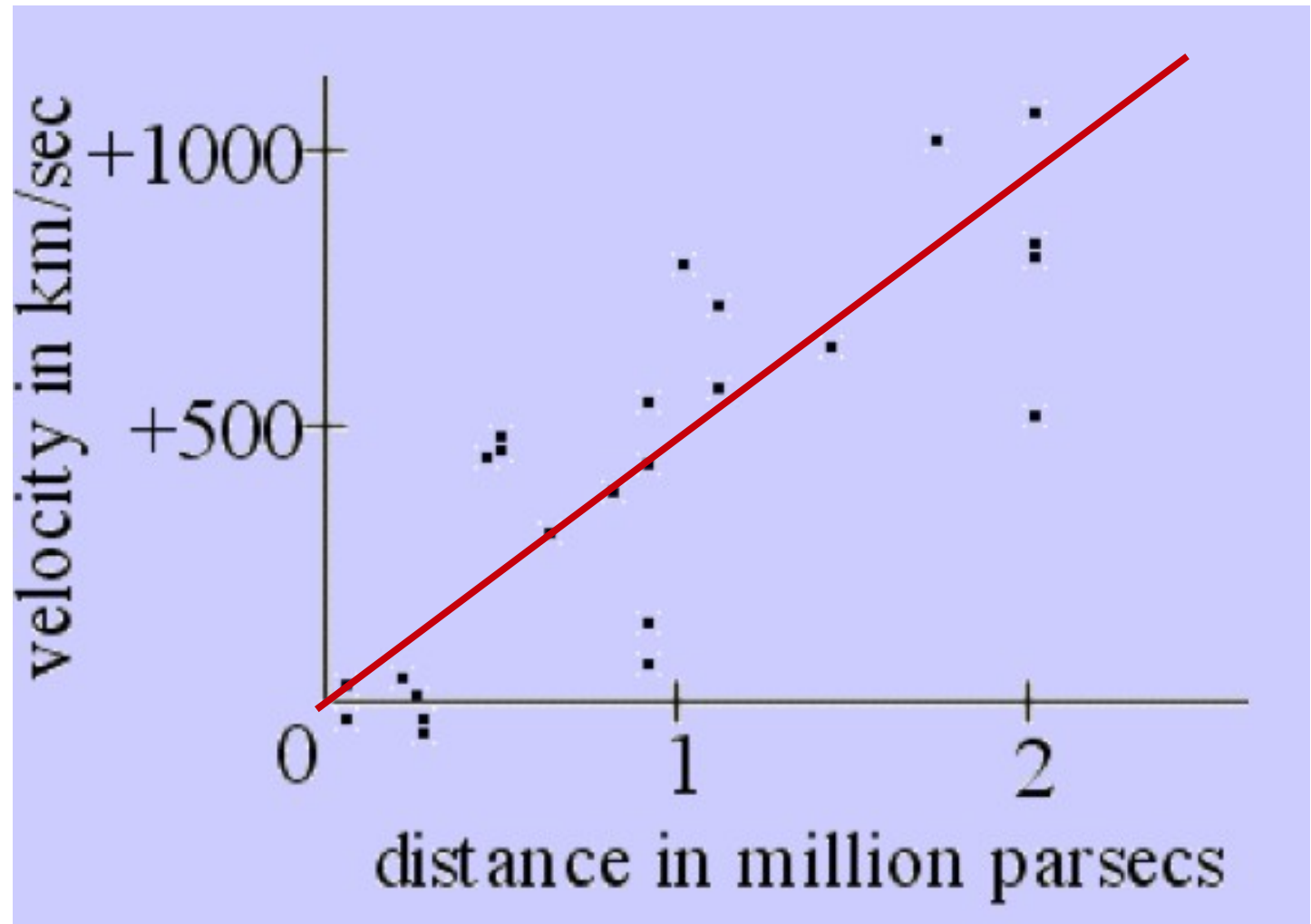
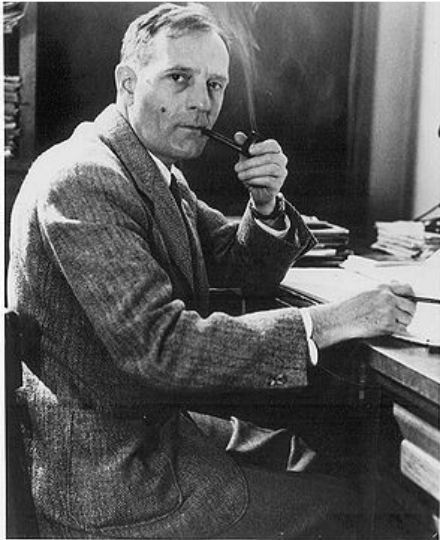
$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = \frac{8\pi}{c^4} T_{\mu\nu}$$

[1916
]



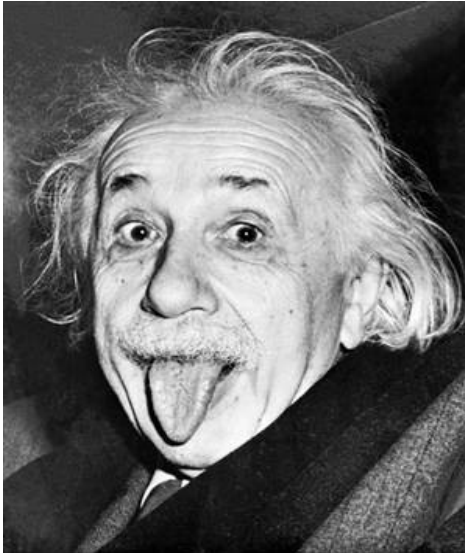
“I need this to make the universe stable.”

Edwin Hubble (1889 – 1953)



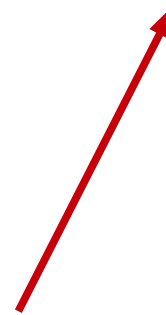
$$v = H_0 d$$

Albert Einstein (1879 – 1955)

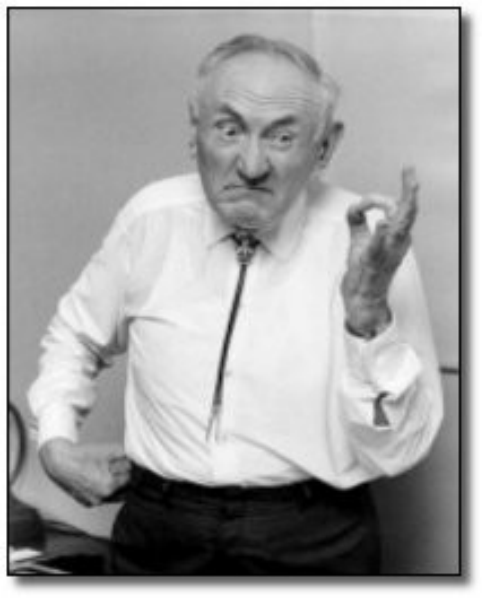


Den generelle relativitetsteorien:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R + \cancel{g_{\mu\nu} \Lambda} = \frac{8\pi}{c^4} G T_{\mu\nu}$$



“Ach! Ziz is my biggest
mistake ever!”



Fritz Zwicky (1898 – 1974)



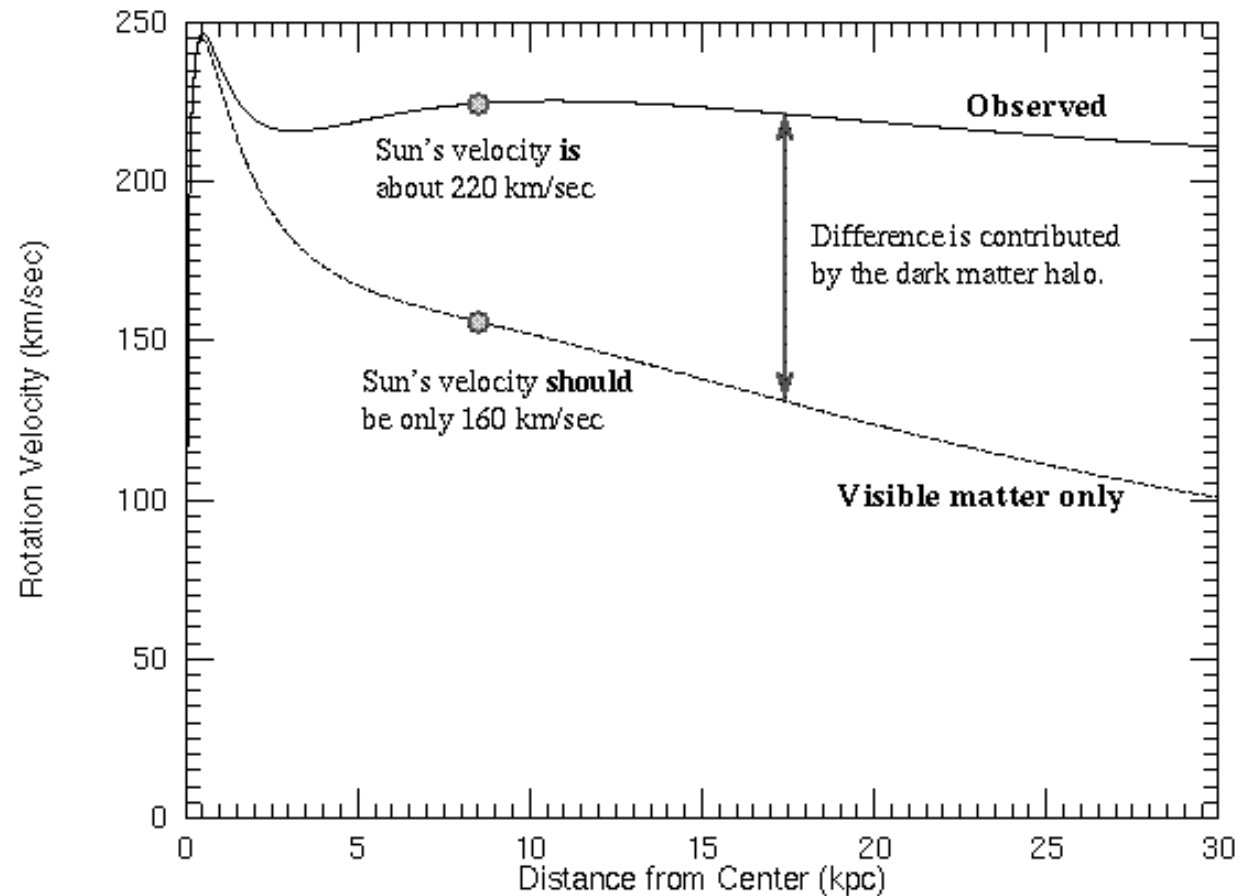
“Disse jævlene beveger seg
alt for fort!”

[1933
]

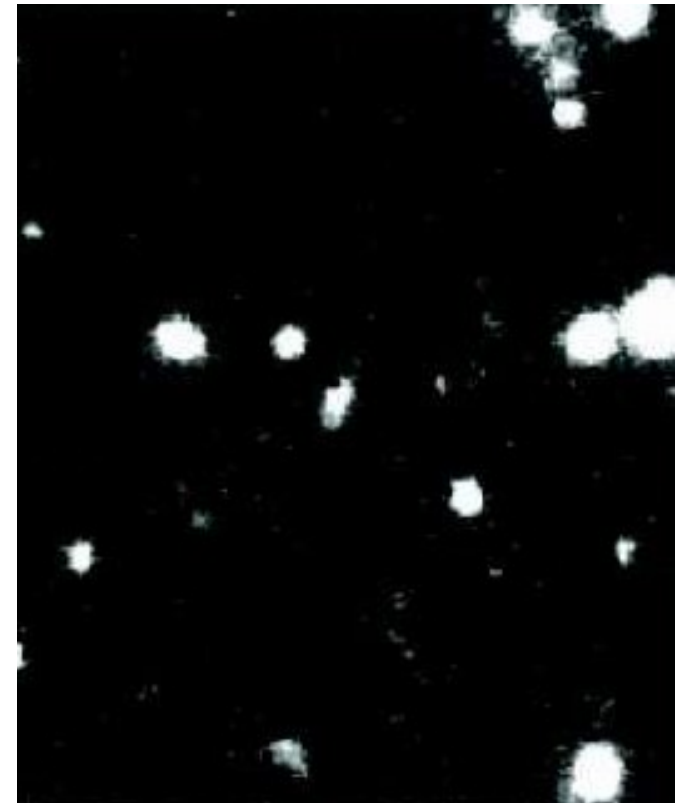
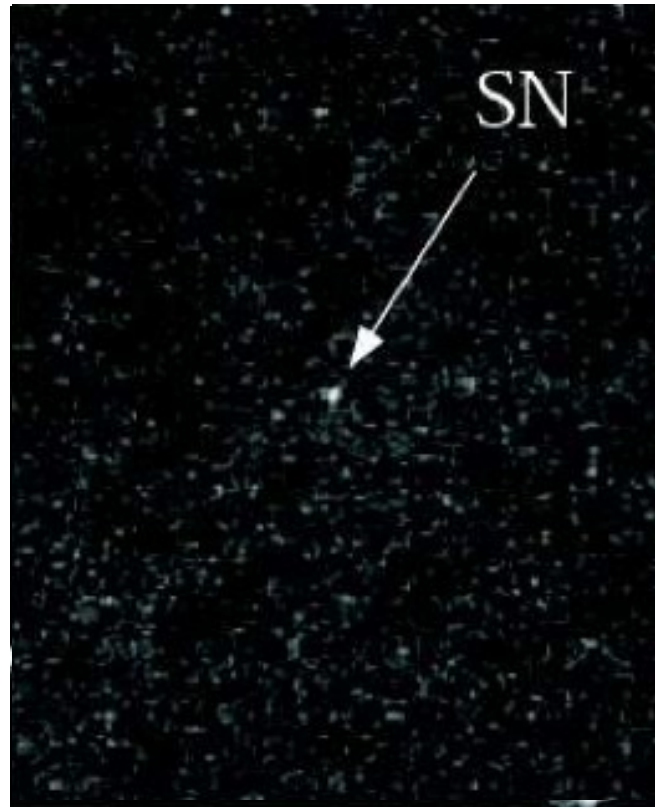
Vera Rubin (1928 –)



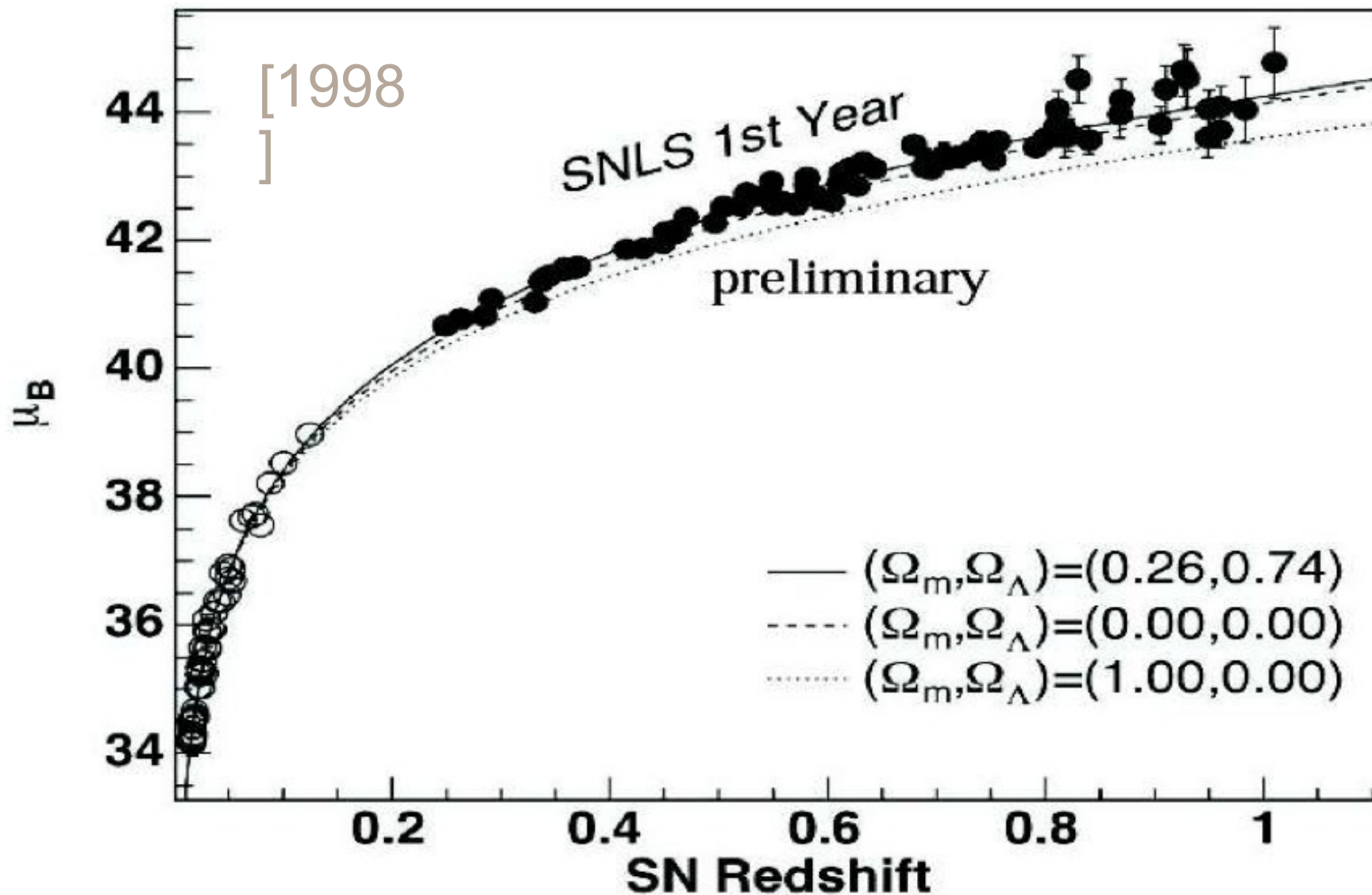
[1970
]



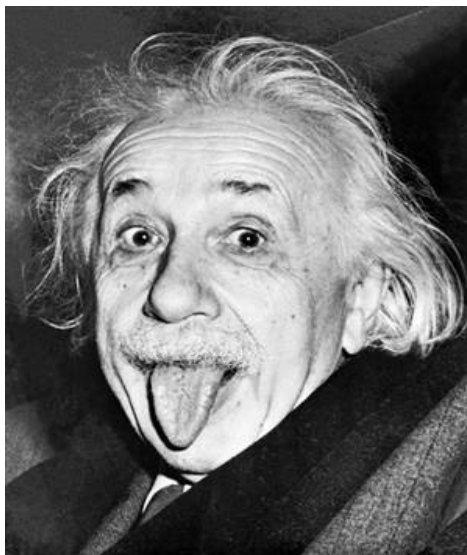
Supernova



Universet akselererer!



Albert Einstein (1879 – 1955)



Den generelle relativitetsteorien:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R + g_{\mu\nu} \Lambda = \frac{8\pi}{c^4} G T_{\mu\nu}$$



“Dratz! I should have left ze
lambda. I might have
become famous!”

Kosmisk mikrobølgebakgrunnsstråling

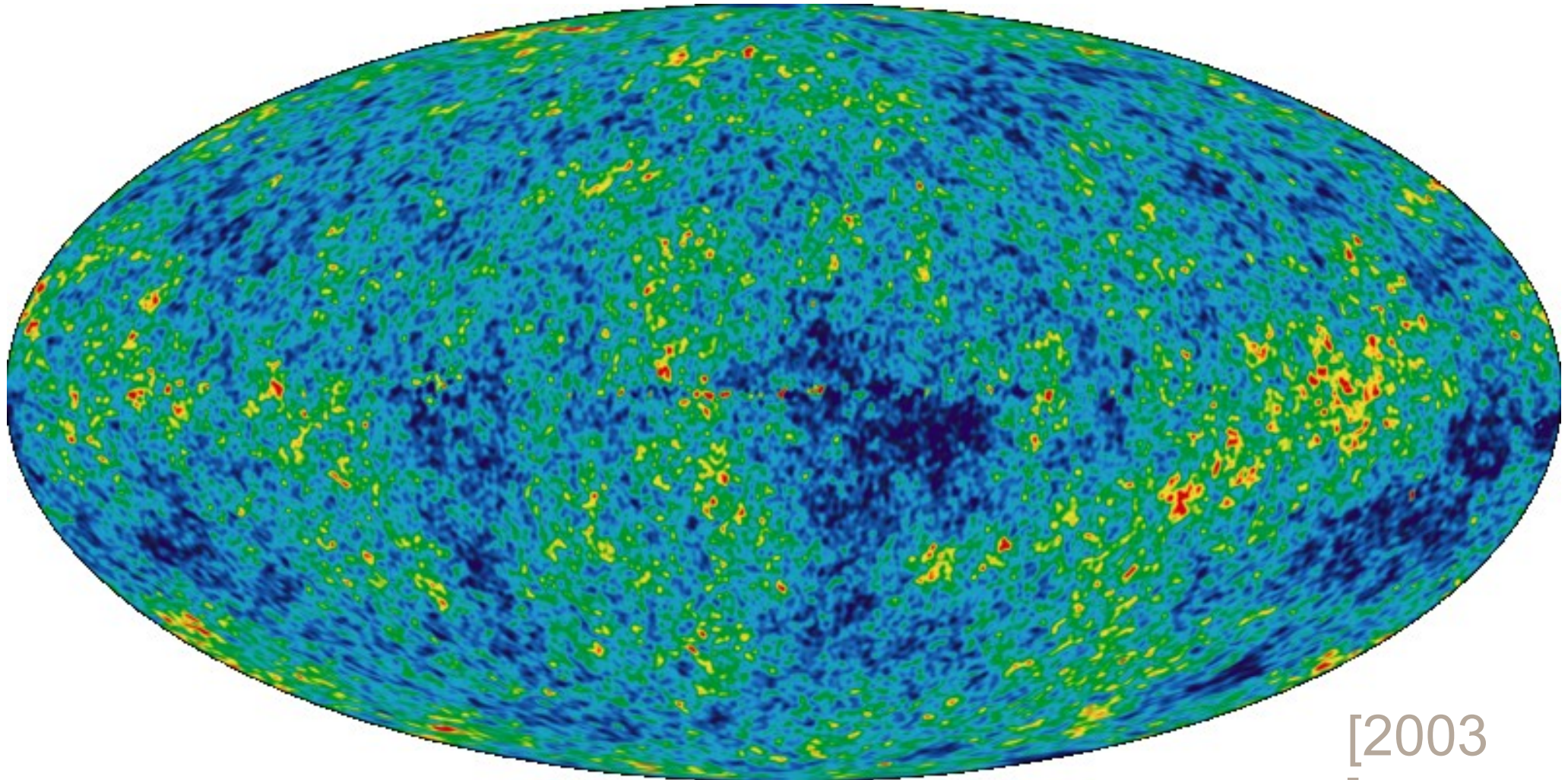


Penzias & Wilson:

“Etter at vi ble kvitt
duene er vi ganske
sikre på at universet
er en mikrobølgeovn”

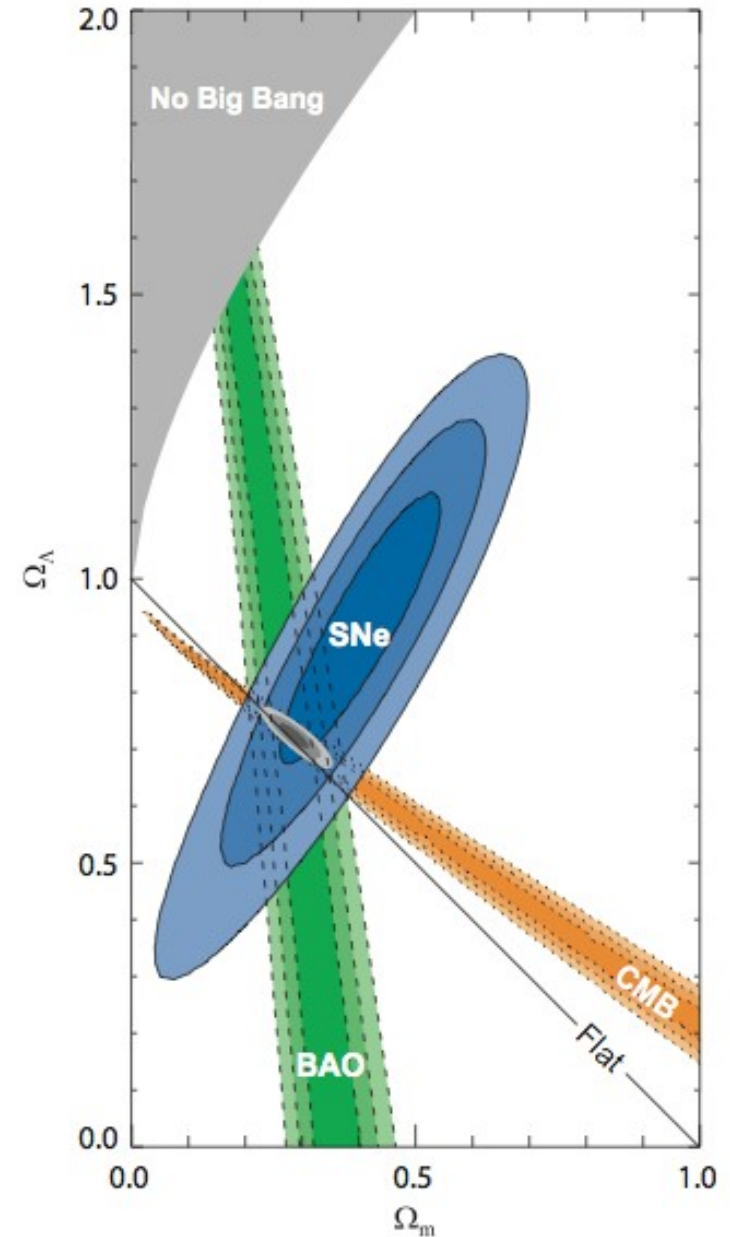
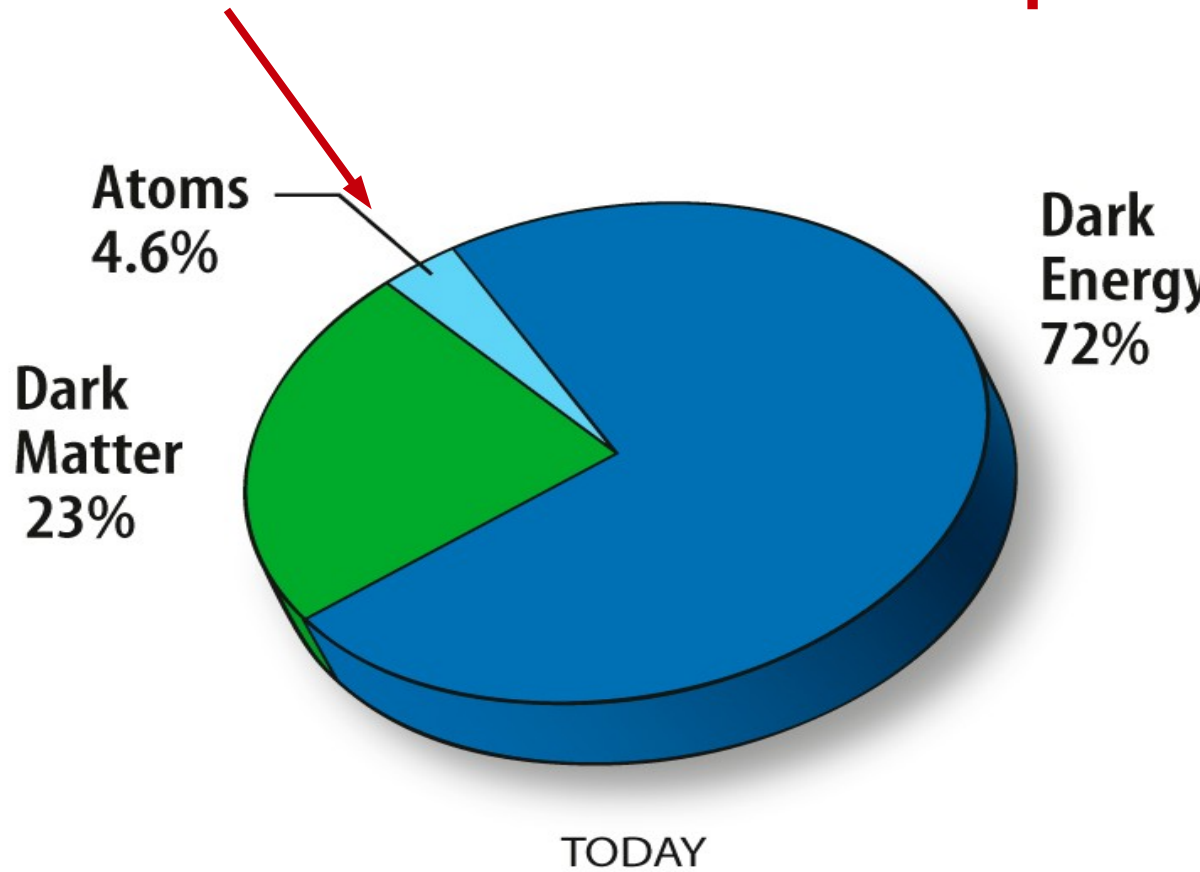
$$T = 2,72548^{[1969]} K$$

Kosmisk mikrobølgebakgrunnsstråling



[2003
]

Vårt univers Universspaien



Hva gjør vi med saken? (Mørk materie)

Hva vet vi om mørk materie?

- Mye av det! $\Omega_{\text{DM}} h^2 = 0.111 \pm 0.006$
- Svakt vekselvirkende (usynlig)
- Består sannsynligvis av massive partikler (ikke for “varm”)

En magisk formel (WIMP):

$$\Omega_{\chi} h^2 = 0.1 \times \left(\frac{m_{\chi}}{100 \text{ GeV}} \right)^2$$

Kort forklaring enheter

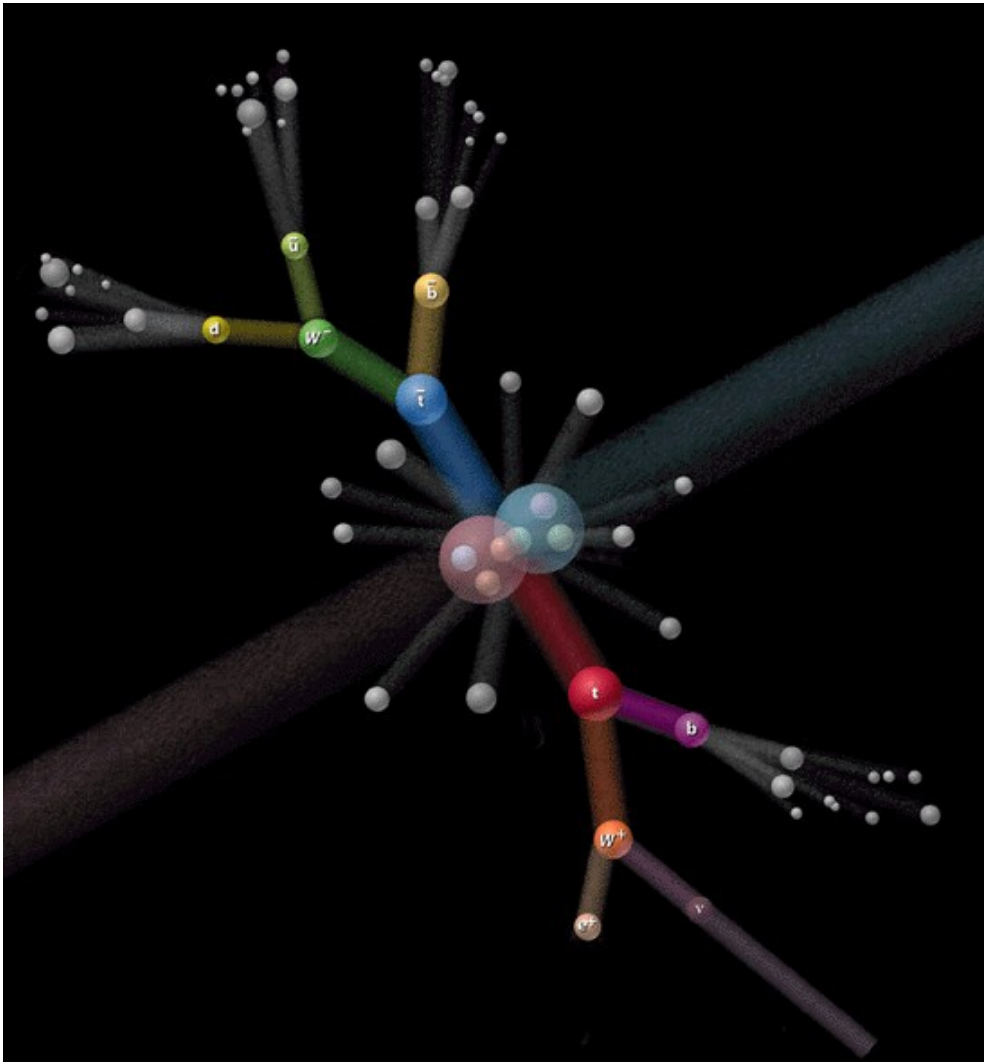
1 GeV = 10^9 eV

1 eV = energien et elektron får akselerert gjennom 1 V

$E = mc^2$

200 GeV ~ et gullatom

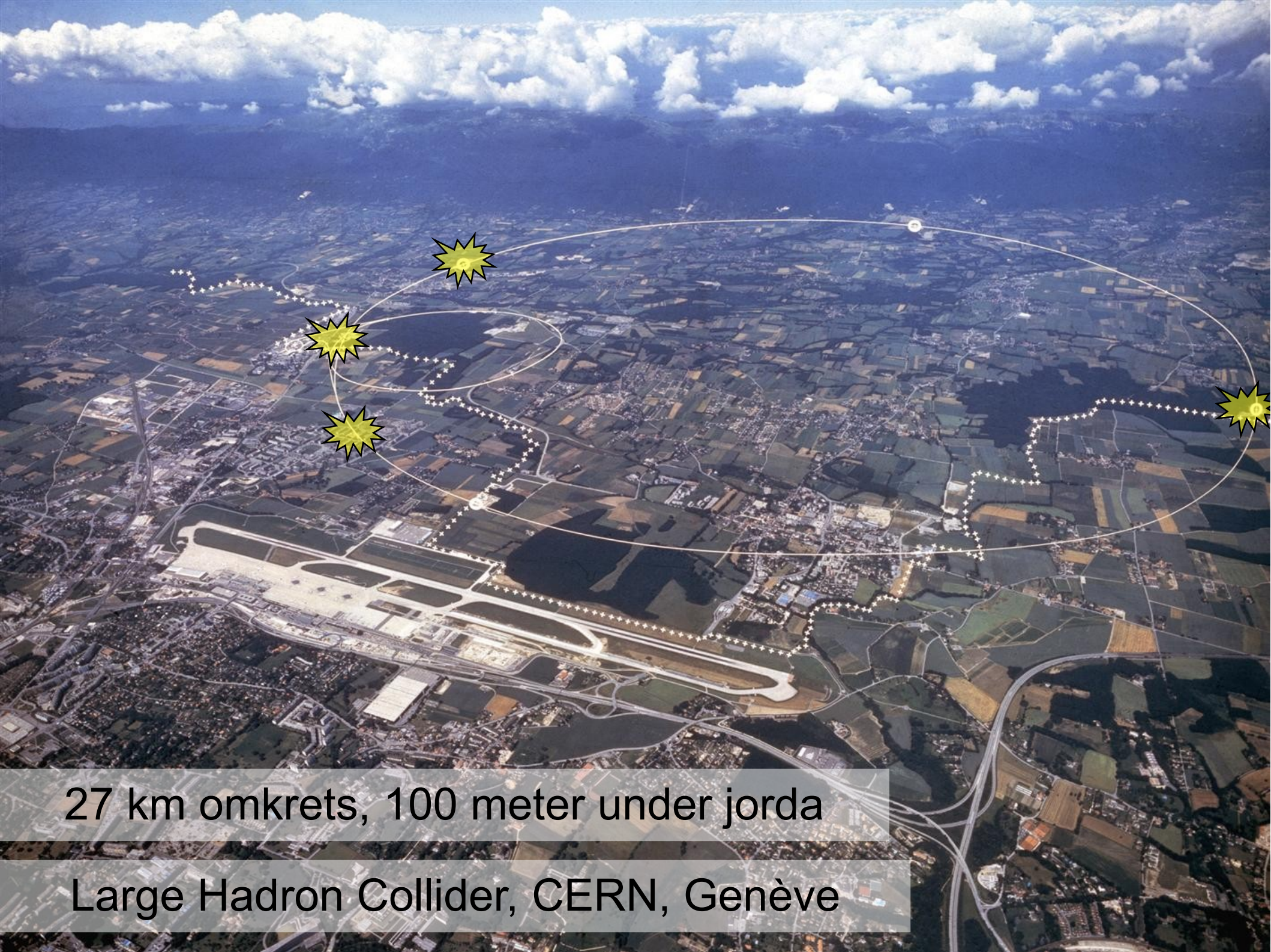
Direkte produksjon



Utnytter Einsteins berømte ligning:

$$E = mc^2$$

Vi akselererer partikler til vi har nok energi til å skape ny materie i kollisjoner.

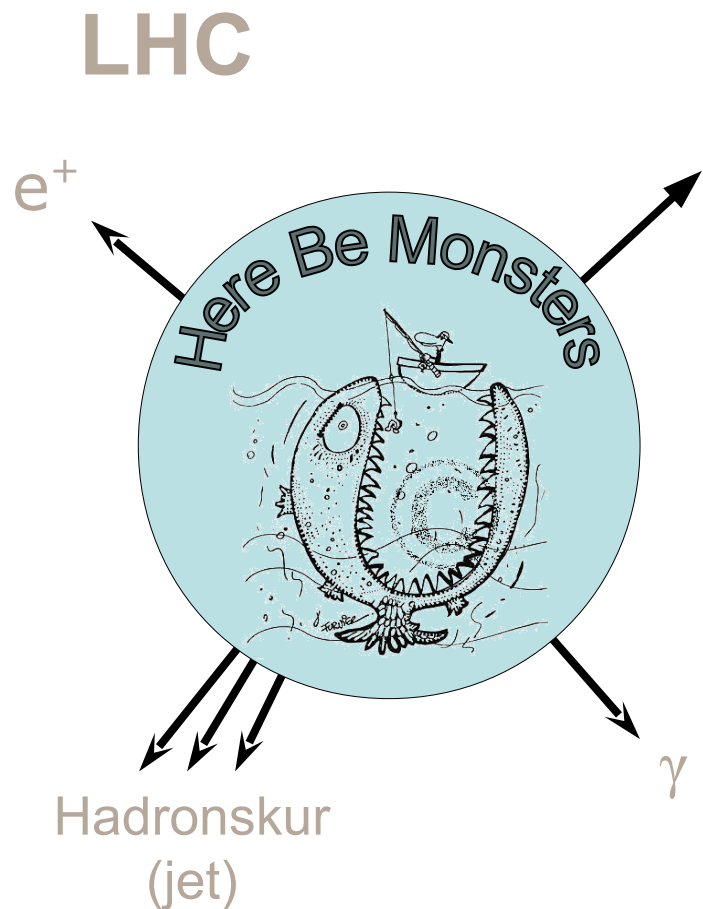


27 km omkrets, 100 meter under jorda

Large Hadron Collider, CERN, Genève



Hvordan se usynlige greier?



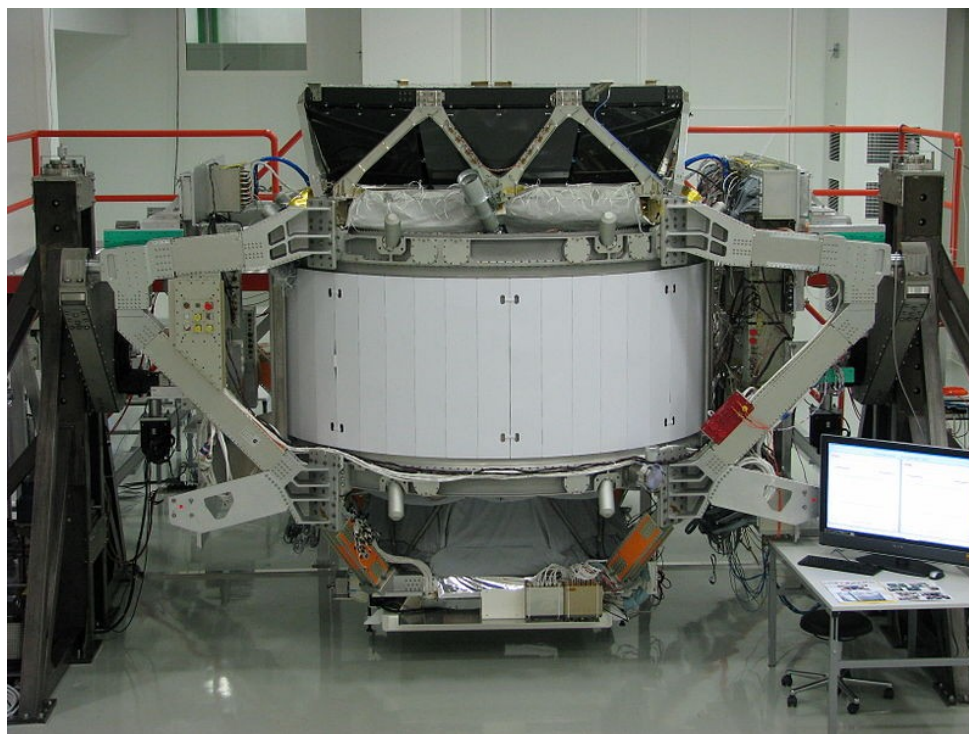
Gjennomsnittlig retning
for usynlige greier

Denne **energiubalansen**
kan si oss noe om
egenskapene til **mørk
materie.**

Indirekte søk



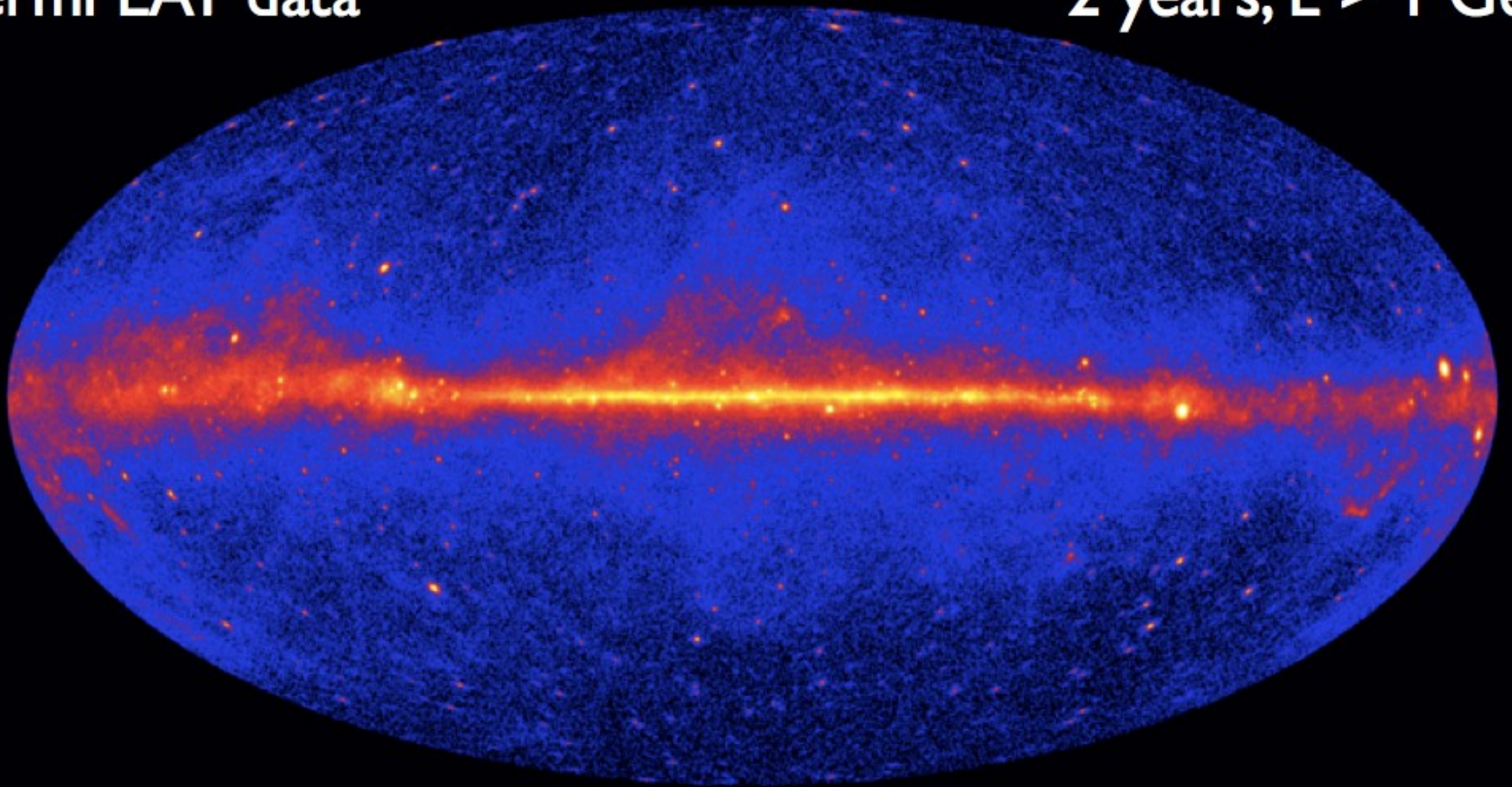
Oppskytningen av **Alpha Magnetic Spectrometer (AMS-02)**



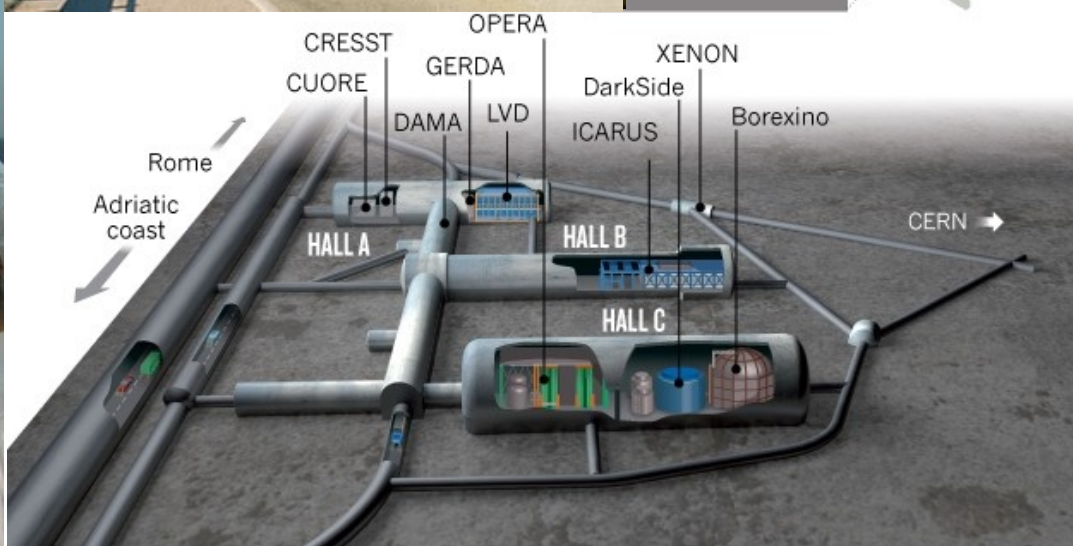
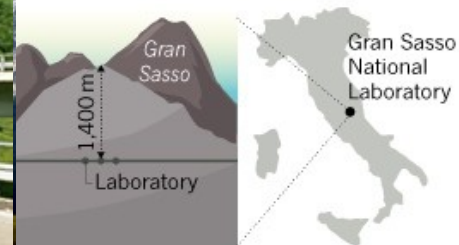
Indirekte søk

Fermi LAT data

2 years, $E > 1 \text{ GeV}$



Direkte søk

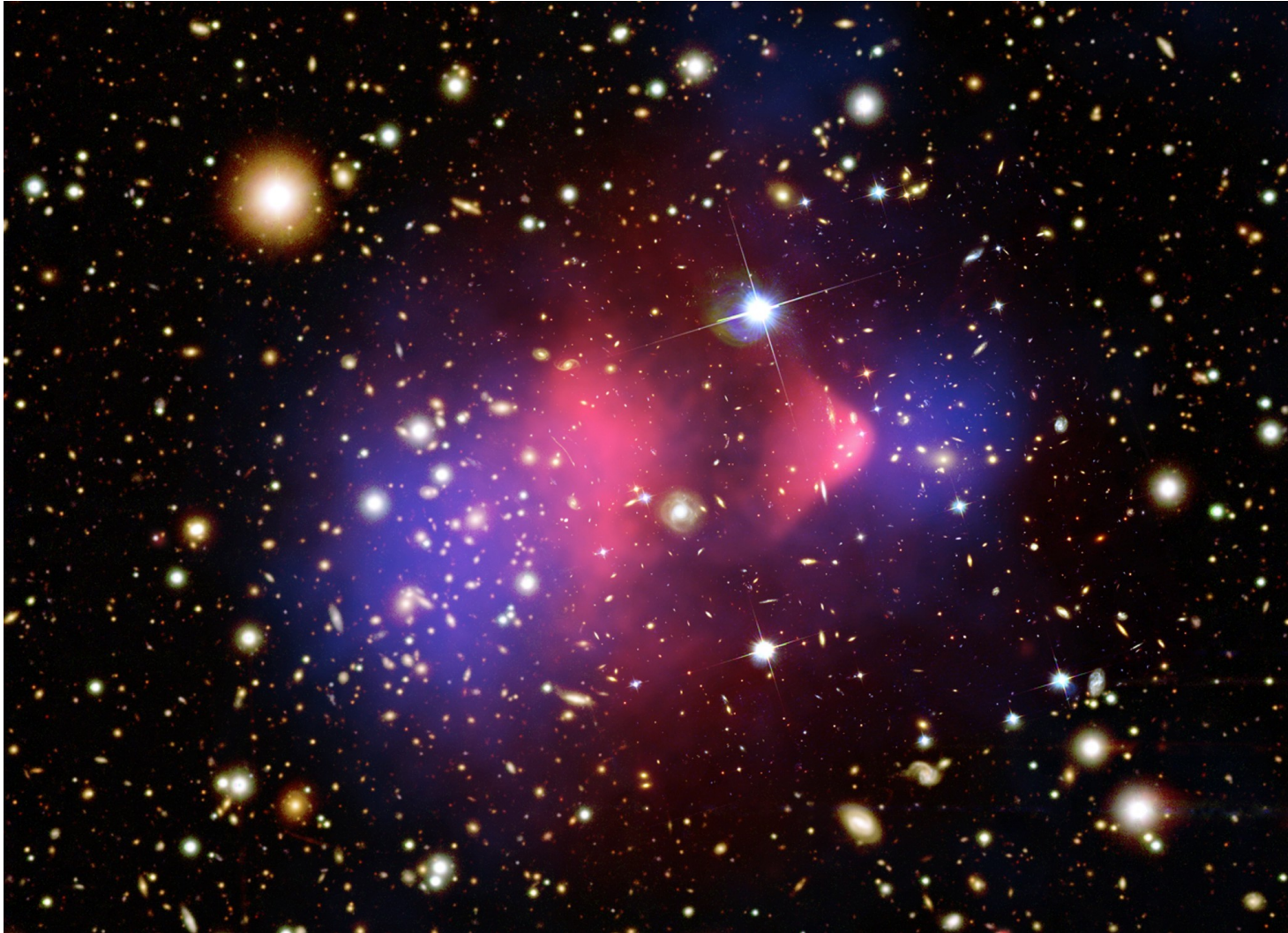


Fremtiden

- De siste 10-15 årene har bevist at den delen av universet vi forstår i dag bare utgjør en liten prosentandel av hva som finnes der ute.
- I dag forsøker vi å forstå hva
 - Mørk materie
 - Mørk energier for noe og hvorfor det finnes.
- Ingen tegn på at fysikken er over!

Reserve

Bullet-hopen



LHC i tall

- Omkrets: 26.659 m.
- Kolliderer protoner med en energi på 14 TeV, eller 14.000.000.000.000 eV.
- Energi stråle: 350 MJ (120 elefanter i 40 km/t).
- Energi magneter: 10 GJ (ett snøskred).
- Omlag 100.000 to-lags DVDer med data hvert år fra hvert eksperiment.
- Kostnad: ca. 25 milliarder kroner (utenom eksperimentene).